



J1040 U.S. PTO
09/961286
09/25/01

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

0106337

1021

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 JUIN 2001

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



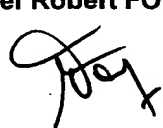
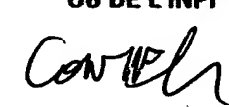
N° 11354*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 540 W DÉC 99

Remise des pièces DATE 2 OCT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0012510 DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 02 OCT. 2000		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE COMPAGNIE FINANCIERE ALCATEL Département PI Michel Robert FOURNIER 30 avenue Kléber 75116 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 102894/RF/TSD/TPM		3	
Confirmation d'un dépôt par télécopie <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N°	Date
ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	Date
Demande de brevet initiale		N°	Date
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) COMMUTATEUR POUR RESEAU DE TRANSMISSION OPTIQUE UTILISANT LE MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° Pays ou organisation Date N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		ALCATEL	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		5 4 2 0 1 9 0 9 6	
Code APE-NAF			
Adresse	Rue	54, rue La Boétie	
	Code postal et ville	75008 PARIS	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

REMISE DES PIÈCES DATE 2 OCT 2000 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI 0012510		Réservé à l'INPI		DB 540 W / 260893	
Vos références pour ce dossier : <i>(facultatif)</i>		102894/RF/TSD/TPM			
6 MANDATAIRE					
Nom		FOURNIER			
Prénom		Michel Robert			
Cabinet ou Société		Compagnie Financière Alcatel			
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		PG 8182			
Adresse	Rue	30 Avenue Kléber			
	Code postal et ville	75116	PARIS		
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>					
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>					
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>					
7 INVENTEUR (S)					
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée			
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)			
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non			
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):			
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes					
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		Michel Robert FOURNIER / LC 40 B 		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08


Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° .1./1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 25099

Vos références pour ce dossier (facultatif)		102894/MRF/TSD/TPM	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		0012510 3	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) COMMUTATEUR POUR RESEAU DE TRANSMISSION OPTIQUE UTILISANT LE MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE			
LE(S) DEMANDEUR(S) : Société anonyme ALCATEL			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		NOIRIE	
Prénoms		Ludovic	
Adresse	Rue	22, RUE ALPHONSE PLUCHET	
	Code postal et ville	92220 BAGNEUX, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		DOTARO	
Prénoms		Emmanuel	
Adresse	Rue	ROUTE DE NOZAY	
	Code postal et ville	91460 MARCOUSSIS, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		BLAIZOT	
Prénoms		Caroline	
Adresse	Rue	192, GRANDE RUE	
	Code postal et ville	92310 SEVRES, FRANCE	
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) XX XX DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		2 octobre 2000 Michel Robert FOURNIER 	

COMMUTATEUR POUR RESEAU DE TRANSMISSION OPTIQUE UTILISANT LE MULTIPLEXAGE EN LONGUEUR D'ONDE

La présente invention se rapporte à un commutateur destiné à être mis en œuvre dans un réseau de communication optique utilisant le multiplexage en longueurs d'onde.

5 La présente invention se situe dans le domaine des commutateurs optiques, ou nœuds de commutation optique, présentant une architecture dite à "multi-granularité". La "granularité" est une notion qui se rapporte à des ensembles prédéfinis de ressources de transmission
10 (typiquement les longueurs d'onde porteuses ou les multiplex de longueurs d'onde), les ressources d'un tel ensemble pouvant être considérées comme un tout pour certains traitements communs (typiquement la commutation). Une architecture à "multi-granularité"
15 prend donc en compte différents niveaux de granularité pour commuter le trafic total au niveau d'un commutateur. Par exemple, une partie du trafic total peut être commutée au niveau dit "fibre", c'est-à-dire regroupant la totalité des longueurs d'onde
20 susceptibles d'être véhiculées par une fibre optique, qui correspond donc au niveau de granularité le plus élevé. Une autre partie peut être commutée au niveau bande de longueurs d'onde, qui correspond à un niveau de granularité intermédiaire. Une dernière partie peut
25 être commutée au niveau longueur d'onde, qui correspond au niveau de granularité le plus faible. Des niveaux intermédiaires de granularité peuvent encore être définis.

La mise en œuvre d'une architecture à multi-granularité permet de limiter l'accroissement de la complexité des commutateurs dans les réseaux optiques.

En effet, les télécommunications connaissent
5 actuellement un essor très important se traduisant par des besoins accrus en transmission de données. La transmission par fibre optique est particulièrement impliquée par ce phénomène et la quantité de données transmises par les réseaux optiques est en constante
10 augmentation. Cela se traduit par une augmentation du nombre de fibres installées dans les réseaux ainsi que du nombre de longueurs d'onde porteuses utilisées.

Une fibre optique est désormais capable de transmettre jusqu'à 256 longueurs d'onde, chaque
15 longueur d'onde pouvant assurer un débit de données de 10 gigabits ($1 \text{ Gbit} = 10^9 \text{ bits}$) par seconde. Ainsi, suivant le nombre de fibres qui arrivent à l'entrée du commutateur optique, le débit total à commuter peut être supérieur à plusieurs dizaines de terabits (1 Tbit
20 $= 10^{12} \text{ bits}$) par seconde.

Un commutateur optique qui présente une architecture à multi-granularité permet de traiter de tels débits de données en commutant en partie des longueurs d'onde et en partie des bandes de longueurs
25 d'onde, c'est-à-dire respectivement des canaux mono-longueur d'onde et des multiplex de longueurs d'onde. Le commutateur peut en outre traiter des groupements de bandes. Selon encore une autre possibilité, il pourrait aussi ne traiter que des bandes de longueurs d'onde et
30 des groupements de bandes. Pour simplifier l'exposé et à titre d'exemple seulement nous considérerons dans la

suite le cas à trois niveaux de granularité : longueur d'onde, bande et "fibre", ce dernier niveau correspondant à un cas particulier de groupement de bandes regroupant la totalité des longueurs d'onde susceptibles d'être véhiculées par une fibre optique.

La figure 1 présente un schéma d'un nœud de commutation optique avec une architecture à multi-granularité, selon l'art antérieur.

Avec l'architecture à multi-granularité, on est passé de nœuds de commutation monoblocs à des nœuds de commutation constitués d'un empilement de sous-nœuds. Chaque sous-nœud de commutation est affecté à un niveau correspondant de granularité. Ainsi, on a dans l'exemple représenté un sous-nœud de commutation FXC associé au niveau de granularité "fibre" (qui est un cas particulier de groupement de bandes), un sous-nœud de commutation BXC associé au niveau de granularité "bande", et un sous-nœud de commutation WXC associé au niveau de granularité "longueur d'onde".

Sur la figure 1, les fibres entrantes IF sont d'abord envoyées sur les ports d'entrée IP du sous-nœud de commutation FXC. Parmi les fibres entrantes IF, quelques fibres sont directement commutées vers les fibres de sortie OF à travers les ports de sortie OP du sous-nœud de commutation FXC. Une fibre AF est directement insérée du client sur un port d'insertion de fibre P_{ins} du sous-nœud de commutation FXC. Une fibre DF est extraite à partir d'un port d'extraction de fibre P_{ext} du sous-nœud FXC et est envoyée vers le client. La fibre DF doit être démultiplexée en longueurs d'onde pour le client, mais les

démultiplexeurs ne sont pas représentés sur la figure. Des fibres F_{bf} sont insérées à partir du sous-nœud de commutation BXC sur des ports d'insertion de fibre P_{ins} du sous-nœud FXC. Ces fibres F_{bf} proviennent du
 5 multiplexeur bande - fibre Mux B F qui assure le multiplexage des bandes issues des ports de sortie OP du sous-nœud de commutation BXC. Enfin, des fibres F_{fb} sont extraites du sous-nœud FXC à travers des ports d'extraction et sont envoyées vers les ports d'entrée
 10 IP du sous-nœud BXC après démultiplexage des fibres en bandes dans le démultiplexeur fibre - bande Demux F B.

Le même processus de commutation se retrouve au niveau de granularité immédiatement inférieur, c'est-à-dire dans le sous-nœud de commutation au niveau de
 15 granularité bande BXC, ainsi qu'au niveau de granularité le plus faible, c'est-à-dire dans le sous-nœud de commutation au niveau de granularité longueur d'onde WXC.

Parmi les bandes qui arrivent sur les ports
 20 d'entrée IP du sous-nœud BXC, quelques-unes sont commutées vers les ports de sortie OP du sous-nœud BXC. Une bande AB est directement insérée du client sur un port d'insertion du sous-nœud BXC. Une bande DB est extraite à travers un port d'extraction P_{ext} du sous-
 25 nœud FXC et est envoyée vers le client. La bande DB doit être démultiplexée en longueurs d'onde pour le client, mais les démultiplexeurs ne sont pas représentés sur la figure. Des bandes B_b sont insérées à partir du sous-nœud de commutation WXC sur des ports
 30 d'insertion P_{ins} du sous-nœud BXC. Ces bandes B_b proviennent du multiplexeur Mux B, qui assure le

multiplexage en bande des longueurs d'onde issues des
 ports de sortie OP du sous-nœud de commutation BXC.
 Enfin, des bandes B_b sont extraites du sous-nœud BXC à
 travers des ports d'extraction et sont envoyées vers
 5 les ports d'entrée IP du sous-nœud WXC après
 démultiplexage des bandes en longueurs d'onde dans le
 démultiplexeur bande - longueur d'onde demux B .

Le même processus de commutation se retrouve
 encore une fois dans le sous-nœud WXC. Parmi les
 10 longueurs d'onde qui arrivent sur les ports d'entrée IP
 du sous-nœud WXC, quelques-unes sont commutées vers les
 ports de sortie OP du sous-nœud WXC. Des longueurs
 d'onde A sont directement insérées du client sur des
 ports d'insertion P_{ins} du sous-nœud WXC. Des longueurs
 15 d'onde D sont extraites à travers des ports
 d'extraction du sous-nœud WXC et sont envoyées vers le
 client.

Cette architecture selon l'art antérieur, telle
 qu'elle vient d'être décrite en liaison avec la figure
 20 1, met en œuvre des matrices de commutation
 (typiquement à base de commutateurs optiques "cross-
 bar") séparées pour chaque niveau de granularité. Le
 niveau de granularité fibre est traité dans la matrice
 de commutation FXC, le niveau de granularité bande est
 25 traité dans la matrice de commutation BXC et le niveau
 de granularité longueur d'onde est traité dans la
 matrice de commutation WXC. On a donc une matrice de
 commutation spécifique par granularité. Pour des
 nombres donnés de ports d'entrée affectés
 30 respectivement aux trois niveaux de granularité, cette

solution est celle qui permet de limiter au mieux la complexité et la taille de l'ensemble.

Cependant, le nombre de ports d'entrée/sortie de chacune des matrices de commutation allouée à chaque
 5 niveau de granularité étant figé, ceci devient un inconvénient si on envisage de faire évoluer cette architecture pour l'adapter aux changements du trafic au cours du temps.

Prenons un exemple concret pour une telle
 10 architecture avec 10 Gbit/s de débit par longueur d'onde, 16 longueurs d'onde par bande et 10 bandes par fibre. Il peut être nécessaire de commuter :

- dans une étape initiale : 500 longueurs d'onde, aucune bande, aucune fibre, ce qui représente un débit
 15 total de 5 Tbit/s;
- dans une seconde étape : 250 longueurs d'onde, 250 bandes, aucune fibre, ce qui représente un débit total de 42,5 Tbit/s;
- dans une troisième étape : 100 longueurs d'onde, 400
 20 bandes, aucune fibre, ce qui représente un débit total de 65 Tbit/s;
- dans une quatrième étape : 100 longueurs d'onde, 300 bandes, 100 fibres, ce qui représente un débit total de 209 Tbit/s;
- 25 - dans une cinquième étape : aucune longueur d'onde, 200 bandes, 300 fibres, ce qui représente un débit total de 512 Tbit/s;

Au cours de la première étape, il faut prévoir une matrice de commutation WXC 500*500 (ce qui signifie un
 30 nombre d'états de la matrice égal à 500*500) pour la granularité longueur d'onde. Cependant, cette matrice

de commutation WXC ne sera pas complètement utilisée dans les étapes suivantes.

Dans la troisième étape, il est nécessaire de prévoir une matrice de commutation BXC 400*400 pour la granularité bande. Mais, au cours de la cinquième étape, la moitié seulement des ports d'entrée/sortie de cette matrice seront utilisés.

Enfin, dans la cinquième étape, une matrice de commutation FXC 300*300 pour la granularité fibre est nécessaire. Là encore, cette matrice de commutation est sous-utilisée dans les autres étapes.

Ainsi, selon l'exemple d'évolution précédent, avec l'architecture de l'art antérieur, le nombre total de ports d'entrée à prévoir dans le commutateur optique est égal à 1200, et ne sera que partiellement utilisé.

Aussi, le but de la présente invention est de mettre en œuvre une architecture permettant de commuter différents niveaux de granularité, tout en évitant les inconvénients de l'art antérieur, c'est-à-dire en prévoyant une architecture qui soit optimale non pas à une étape donnée de l'évolution du trafic à commuter mais pour un ensemble de configurations adaptées tout au long de cette évolution.

A cet effet, l'invention propose d'utiliser une seule et même matrice de commutation pour commuter tous les niveaux de granularité à la fois. Les trois matrices de commutation séparées selon l'art antérieur, correspondant respectivement à un niveau de granularité fibre, bande et longueur d'onde, sont remplacées par une matrice de commutation unique qui traite toutes les granularités. Selon les besoins, c'est-à-dire selon le

trafic à commuter, des nombres adaptés de ports de la matrice unique seront affectés respectivement à un niveau de granularité faible (les longueurs d'onde), à un niveau de granularité intermédiaire (les bandes de longueurs d'onde), enfin à un niveau de granularité élevé (les fibres).

L'invention concerne donc un commutateur optique pour réseau optique utilisant le multiplexage en longueur d'onde, comprenant :

- 10 - p_1 ports d'entrée recevant respectivement p_1 longueurs d'onde, p_2 ports de sortie, et des premiers moyens d'aiguillage aptes à aiguiller les longueurs d'onde reçues sur lesdits p_1 ports d'entrée sélectivement vers lesdits p_2 ports de sortie, et/ou
- 15 - q_1 ports d'entrée recevant respectivement q_1 bandes de longueurs d'onde, q_2 ports de sortie, et des seconds moyens d'aiguillage aptes à aiguiller les bandes de longueurs d'onde reçues sur lesdits q_1 ports d'entrée sélectivement vers lesdits q_2 ports de sortie, et/ou
- 20 - r_1 ports d'entrée recevant respectivement r_1 groupements de bandes, r_2 ports de sortie, et des troisièmes moyens d'aiguillage aptes à aiguiller les groupements de bandes reçus sur lesdits r_1 ports d'entrée sélectivement vers lesdits r_2 ports de sortie,
- 25 ledit commutateur comportant au moins deux desdits premiers, seconds et troisièmes moyens d'aiguillage,

caractérisé en ce que lesdits premiers, seconds et troisièmes moyens d'aiguillage sont constitués d'une matrice de commutation unique apte à coupler l'un quelconque desdits $p_1+q_1+r_1$ ports d'entrée à l'un

30 quelconque desdits $p_2+q_2+r_2$ ports de sortie.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un exemple particulier de réalisation en référence aux figures dans lesquelles :

- 5 - la figure 1 est un schéma d'un commutateur optique mettant en œuvre une architecture à multi-granularité selon l'art antérieur, telle que décrite dans le préambule ci-dessus;
- la figure 2 est un schéma d'un commutateur
- 10 optique selon la présente invention.

Dans le mode de réalisation préféré de l'invention décrit ci-dessous en référence à la figure 2, le nombre de niveaux de granularité est égal à trois : la

15 longueur d'onde, la bande de longueurs d'onde et la fibre. L'invention peut néanmoins être mise en œuvre avec un nombre de niveaux de granularité égal à deux ou supérieur à trois.

Des fibres entrantes IF sont reçues en entrée du

20 commutateur 1 qui délivre en sortie des fibres sortantes OF. Une série de longueurs d'onde A est également ajoutée de chez le client vers le commutateur 1, tandis qu'une série de longueurs d'onde D est extraite du commutateur 1 vers le client.

25 Le commutateur 1 met en œuvre une matrice de commutation à multi-granularité unique MXC qui comprend une première série de ports d'entrée I P, d'un nombre égal à p_1 , affectés au niveau de granularité longueur d'onde pour recevoir respectivement p_1 longueurs

30 d'onde, une deuxième série de ports d'entrée IBP, d'un nombre égal à q_1 , affectés au niveau de granularité

bande de longueurs d'onde pour recevoir respectivement
 q1 bandes de longueurs d'onde et une troisième série de
 ports d'entrée IFP, d'un nombre égal à r1, affectés au
 niveau de granularité fibre pour recevoir
 5 respectivement r1 fibres.

La matrice unique MXC comprend également, en
 correspondance avec les ports d'entrée, une première
 série de ports de sortie OP, d'un nombre égal à p2,
 affectés au niveau de granularité longueur d'onde, une
 10 deuxième série de ports de sortie OBP, d'un nombre égal
 à q2, affectés au niveau de granularité bande de
 longueurs d'onde et une troisième série de ports de
 sortie OFP, d'un nombre égal à r2, affectés au niveau
 de granularité fibre.

15 A l'entrée du commutateur 1 dont le cœur est
 délimité par une ligne en pointillés à la figure 2, se
 trouve une interface d'entrée constituée d'un ensemble
 de démultiplexeurs fibre - bande Demux $F-B$ et de
 démultiplexeurs bande - longueur d'onde Demux $B-\lambda$. A la
 20 sortie du commutateur 1, se trouve une interface de
 sortie constituée d'un ensemble de multiplexeurs
 longueur d'onde - bande MUX $\lambda-B$ et de multiplexeurs
 bande - fibre MUX $B-F$. L'interface de sortie peut
 également comporter des convertisseurs de longueur
 25 d'onde, des convertisseurs de bande et/ou des
 régénérateurs, non représentés sur la figure 2.
 Néanmoins, leur présence est optionnelle.

Dans le cœur du commutateur 1 se trouve une zone
 de réarrangement interne constituée d'une part, d'un
 30 ensemble de démultiplexeurs fibre - bande Demux $F-B$ et
 de démultiplexeurs bande - longueur d'onde Demux $B-\lambda$, du

même type que ceux décrits précédemment et, d'autre part, d'un ensemble de multiplexeurs longueur d'onde - bande MUX $\lambda-B$ et de multiplexeurs bande - fibre MUX $B-F$, également du même type que ceux décrits précédemment.

5 Parmi les fibres entrantes IF, certaines, après avoir d'abord été démultiplexées en bandes à travers les démultiplexeurs fibre - bande Demux $F-B$, sont à nouveau démultiplexées en longueur d'onde à travers les démultiplexeurs bande - longueur d'onde Demux $B-\lambda$ puis
10 sont envoyées sur les p1 ports d'entrée affectés aux longueurs d'onde $I\lambda P$ de la matrice unique MXC. Les longueurs d'onde sont alors commutées, par l'intermédiaire de premiers moyens d'aiguillage, vers les p2 ports de sortie affectés aux longueurs d'onde
15 $O\lambda P$ de la matrice MXC. Les premiers moyens d'aiguillage sont constitués par la matrice de commutation unique MXC et permettent d'aiguiller les longueurs d'onde reçues sur les p1 ports d'entrée affectés aux longueurs d'onde sélectivement vers les p2 ports de sortie
20 affectés aux longueurs d'onde.

D'autres fibres entrantes IF sont démultiplexées en bandes de longueurs d'onde à travers les démultiplexeurs fibre-bande Demux $F-B$ et sont envoyées vers les q1 ports d'entrée affectés aux bandes de
25 longueurs d'onde IBP de la matrice MXC. Les bandes de longueur d'onde sont alors commutées, par l'intermédiaire de seconds moyens d'aiguillage, vers les q2 ports de sortie affectés aux bandes de longueur d'onde OBP de la matrice MXC. Les seconds moyens
30 d'aiguillage sont constitués par la matrice de

commutation unique MXC et permettent d'aiguiller les bandes de longueurs d'onde reçues sur les q1 ports d'entrée sélectivement vers les q2 ports de sortie.

Enfin, certaines fibres entrantes IF sont envoyées
 5 directement sur les r1 ports d'entrée affectés aux fibres IFP de la matrice MXC pour être commutées, par l'intermédiaire de troisième moyens d'aiguillage, vers les r2 ports de sortie affectés aux fibres OFP de la matrice MXC. Ces troisièmes moyens d'aiguillage sont
 10 constitués par la matrice de commutation unique MXC et permettent d'aiguiller les fibres reçues sur les r1 ports d'entrée sélectivement vers les r2 ports de sortie.

Au niveau des ports de sortie affectés à la
 15 granularité longueur d'onde O P, certaines longueurs d'onde sont dirigées vers l'interface de sortie et sont alors multiplexées en bandes puis en fibres par l'intermédiaire des multiplexeurs longueur d'onde - bande MUX λ -B et bande - fibre MUX B-F. D'autres
 20 longueurs d'onde peuvent être dirigées vers la zone de réarrangement interne. Ces longueurs d'onde peuvent alors être rebouclées sur la matrice de commutation MXC d'une part, au niveau des ports d'entrée affectés à la granularité bande IBP par l'intermédiaire des
 25 multiplexeurs longueur d'onde - bande MUX λ -B situés dans la zone de réarrangement interne et, d'autre part, au niveau des ports d'entrée affectés à la granularité fibre IFP par l'intermédiaire des multiplexeurs longueur d'onde - bande MUX λ -B et des multiplexeurs
 30 bande - fibre MUX B-F.

Au niveau des ports de sortie affectés à la granularité bande OBP, certaines bandes sont dirigées directement vers l'interface de sortie et sont multiplexées en fibres par l'intermédiaire des multiplexeurs bande - fibre MUX _{B-F}. D'autres bandes peuvent être dirigées vers la zone de réarrangement interne. Ces bandes peuvent alors être rebouclées sur la matrice de commutation MXC d'une part, au niveau des ports d'entrée affectés à la granularité longueur d'onde I P par l'intermédiaire des démultiplexeurs bande - longueur d'onde Demux _{B-λ} situés dans la zone de réarrangement interne et, d'autre part, au niveau des ports d'entrée affectés à la granularité fibre IFP par l'intermédiaire des multiplexeurs bande - fibre MUX _{B-F}.

Au niveau des ports de sortie affectés à la granularité fibre OFP, certaines fibres sont dirigées directement vers l'interface de sortie. D'autres fibres peuvent être dirigées vers la zone de réarrangement interne. Ces fibres peuvent alors être rebouclées sur la matrice de commutation MXC d'une part, au niveau des ports d'entrée affectés à la granularité bande IBP par l'intermédiaire des démultiplexeurs fibre - bande Demux _{F-B} situés dans la zone de réarrangement interne et, d'autre part, au niveau des ports d'entrée affectés à la granularité longueur d'onde I P par l'intermédiaire des démultiplexeurs fibre - bande Demux _{F-B} et des démultiplexeurs bande - longueur d'onde Demux _{B-λ}.

Selon un avantage de l'invention, cette architecture à matrice unique permet de commuter toutes les granularités à la fois et permet d'être plus flexible en fonction de l'évolution du trafic devant

être commuté dans le commutateur optique. La matrice de commutation unique mise en œuvre dans le commutateur selon l'invention est prévue pour pouvoir coupler l'un quelconque des $p_1+q_1+r_1$ ports d'entrée à l'un
5 quelconque des $p_2+q_2+r_2$ ports de sortie, même si pour une configuration donnée de multi-granularité tous les états possibles du commutateur ne sont généralement pas utilisés.

Ainsi, des ports d'entrée/sortie qui étaient
10 affectés à des longueurs d'onde peuvent ultérieurement être affectés à des bandes de longueurs d'onde de façon à augmenter la capacité de la matrice en terme de débit. Cette augmentation de capacité est réalisée sans changer le commutateur spatial mais en intervenant au
15 niveau des interfaces d'entrée et de sortie, ainsi qu'au niveau de la zone de réarrangement interne. C'est-à-dire en modifiant les connexions au niveau des démultiplexeurs et des multiplexeurs. Une telle matrice de commutation a donc la faculté de s'adapter à des
20 débits de données de plus en plus importants en pouvant changer à volonté de capacité.

Cette matrice de commutation unique MXC met en œuvre la même technologie que les matrices de commutation de niveau de granularité fibre utilisées
25 dans les architectures selon l'art antérieur mettant en œuvre une matrice de commutation séparée pour chaque granularité.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, l'interface d'entrée et l'interface de
30 sortie telles que décrites précédemment sont supprimées. Le démultiplexage à l'entrée du commutateur

1 et le multiplexage à la sortie sont donc supprimés et le commutateur 1 met uniquement en œuvre la zone de réarrangement interne, constituée par l'ensemble des multiplexeurs et démultiplexeurs situés à l'intérieur de l'architecture. Dans ce mode de réalisation particulier, on entre uniquement au niveau de granularité fibre dans le commutateur 1. Les fibres sont alors dirigées vers la zone de réarrangement interne pour être démultiplexée au niveau de granularité bande, puis au niveau de granularité longueur d'onde.

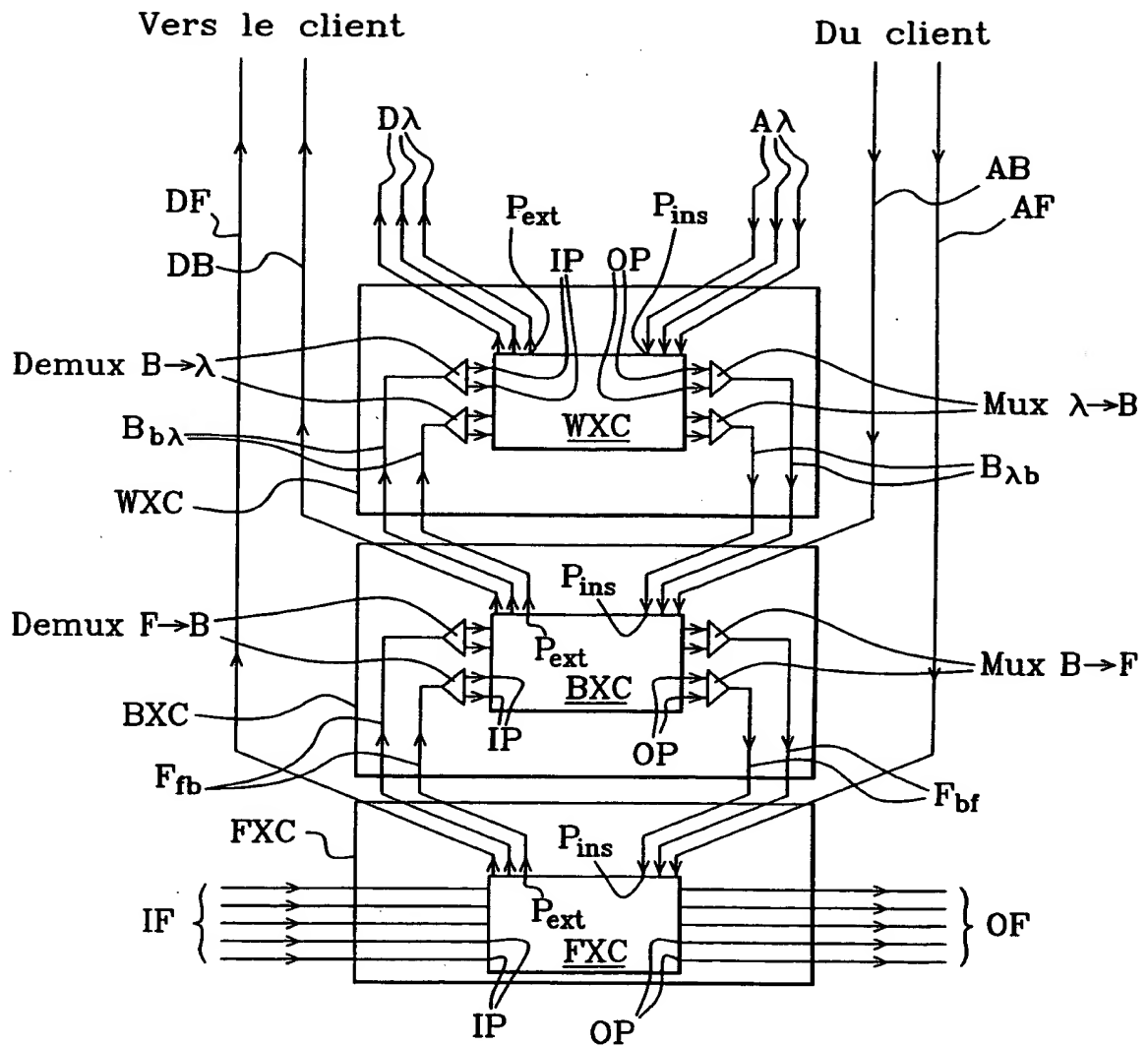
REVENDICATIONS

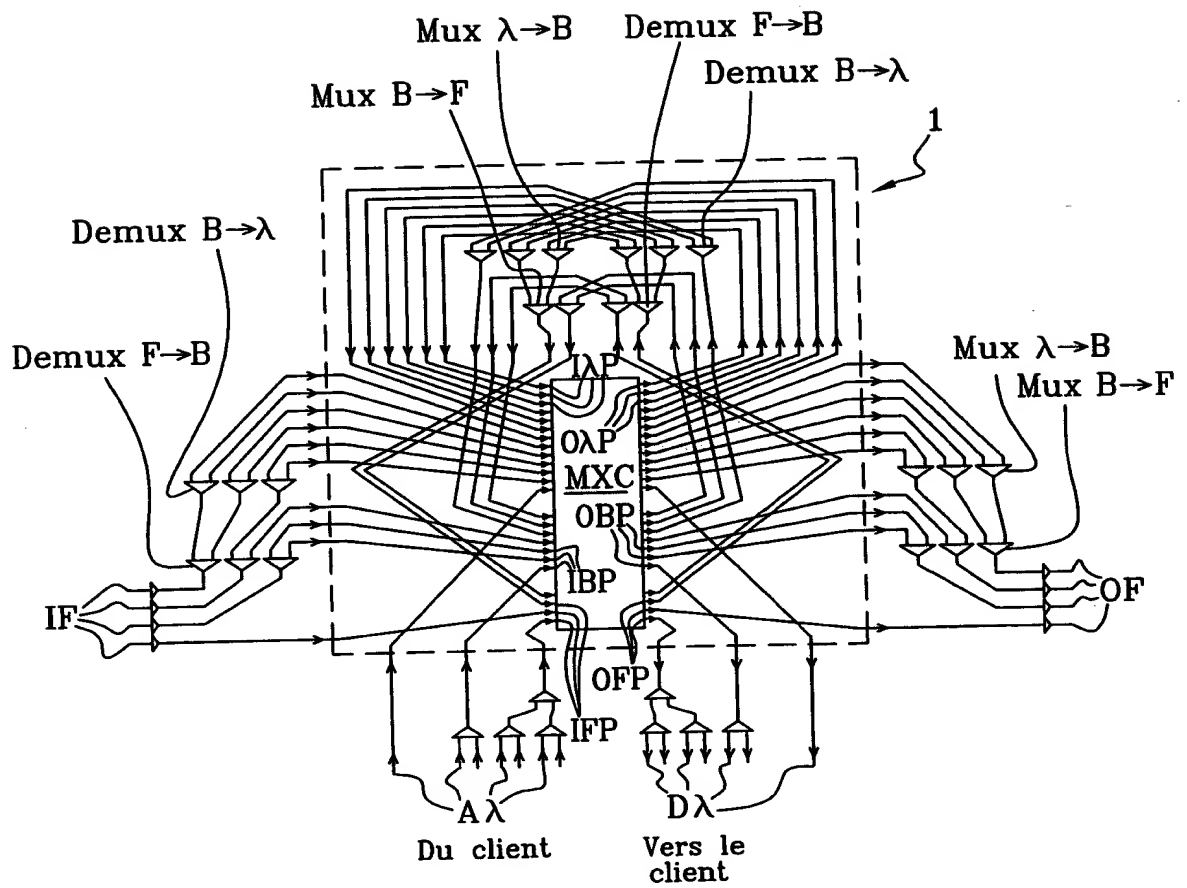
- 1) Commutateur optique (1) pour réseau optique utilisant le multiplexage en longueur d'onde, comprenant :
- p1 ports d'entrée (I P) recevant respectivement p1 longueurs d'onde, p2 ports de sortie (O P), et des premiers moyens d'aiguillage aptes à aiguiller les longueurs d'onde reçues sur lesdits p1 ports d'entrée sélectivement vers lesdits p2 ports de sortie, et/ou
 - q1 ports d'entrée (IBP) recevant respectivement q1 bandes de longueurs d'onde, q2 ports de sortie (OBP), et des seconds moyens d'aiguillage aptes à aiguiller les bandes de longueurs d'onde reçues sur lesdits q1 ports d'entrée sélectivement vers lesdits q2 ports de sortie, et/ou
 - r1 ports d'entrée (IFP) recevant respectivement r1 groupements de bandes, r2 ports de sortie (OFP), et des troisièmes moyens d'aiguillage aptes à aiguiller les groupements de bandes reçus sur lesdits r1 ports d'entrée sélectivement vers lesdits r2 ports de sortie, ledit commutateur comportant au moins deux desdits premiers, seconds et troisièmes moyens d'aiguillage, caractérisé en ce que lesdits premiers, seconds et troisièmes moyens d'aiguillage sont constitués d'une matrice de commutation unique (MXC) apte à coupler l'un quelconque desdits $p1+q1+r1$ ports d'entrée à l'un quelconque desdits $p2+q2+r2$ ports de sortie.
- 2) Commutateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend une zone de réarrangement interne

comportant d'une part un ensemble de démultiplexeurs groupements de bandes - bande (Demux $F-B$) et/ou de démultiplexeurs bande - longueur d'onde (Demux $B-\lambda$), et, d'autre part un ensemble de multiplexeurs longueur d'onde - bande (MUX $\lambda-B$) et/ou de multiplexeurs bande - groupements de bandes (MUX $B-F$).

3- Commutateur selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comprend en plus une interface d'entrée constituée d'un ensemble de démultiplexeurs groupements de bandes - bande (Demux $F-B$) et/ou de démultiplexeurs bande - longueur d'onde (Demux $B-\lambda$) et une interface de sortie constituée d'un ensemble de multiplexeurs longueur d'onde - bande (Mux $\lambda-B$) et/ou de multiplexeurs bande - groupements de bandes (Mux $B-F$).

4) Commutateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'interface de sortie comprend en plus des convertisseurs de longueurs d'onde et/ou des convertisseurs de bandes de longueurs d'onde et/ou des régénérateurs.

**Fig. 1**

**Fig. 2**